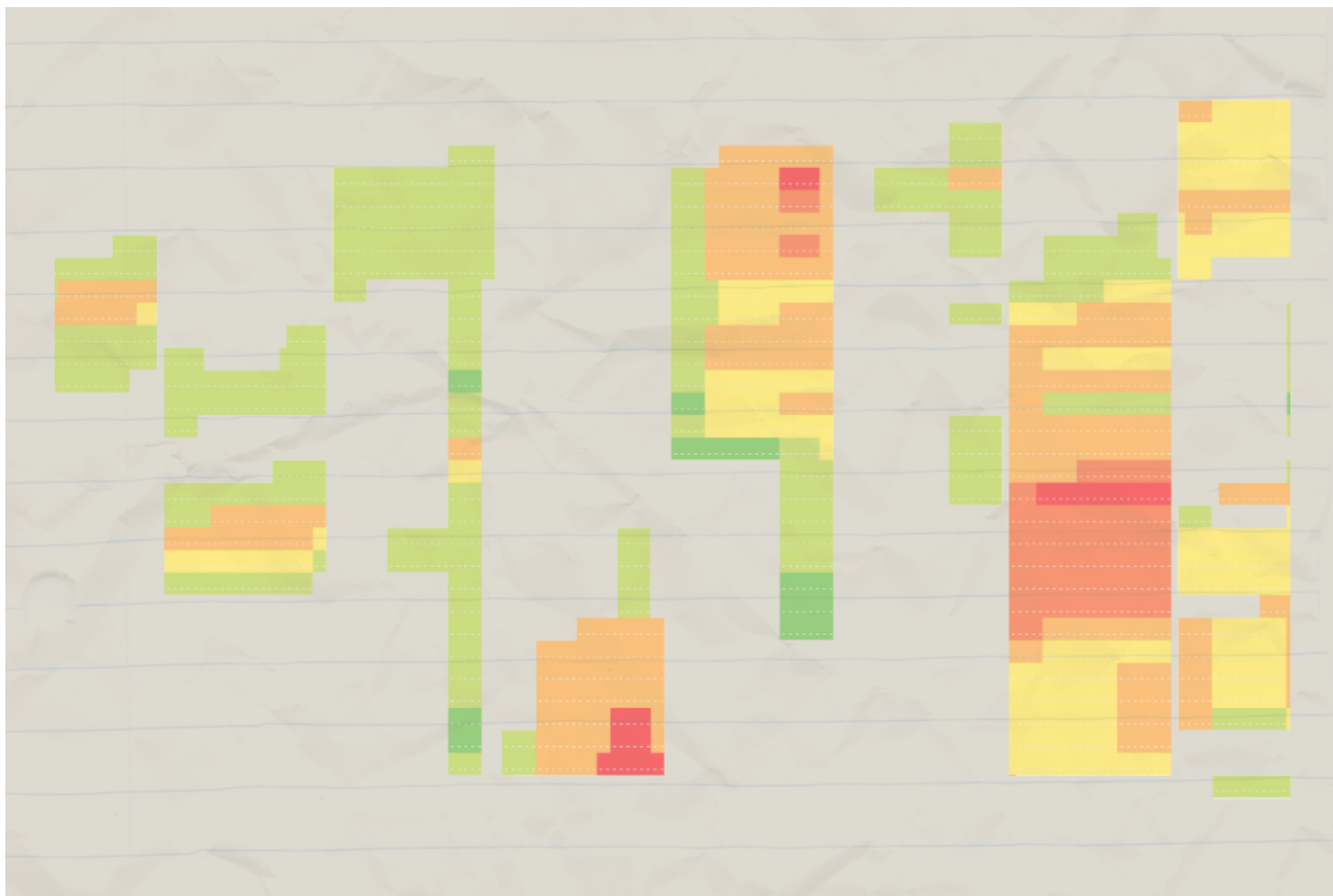


國際 數洞 深度

在南非，停電如何成為「國家災難」 | 數洞

在南非這樣的國家，電力供應面對的問題是雙重的。



Xmc、卡皮 | 2023-04-02

數洞 南非

(Xmc、卡皮為獨立研究者。)

在能源轉型與俄烏戰爭的背景下，「能源貧窮」成為無論發達還是發展中國家都十分關注的問題。在南非這樣的國家，電力供應面對的問題是雙重的，一方面要將電力覆蓋到廣大的貧困社區，另一方面要推動能源增長與轉型。當許多底層貧困家庭一到夜晚便陷入黑暗之際，理應做為解藥的新電廠計劃卻屢屢發生金額龐大的腐敗醜聞，凸顯嚴重的社會矛盾。

1994年解除種族隔離後，南非政府將全國電力覆蓋率由50%提升到目前的約85%，貧民聚集的許多棚戶區往往是地理條件最不利的區域，因此不易建設電網，民眾於是經常自行私拉電線，長年為此與政府發生衝突。偷盜電纜是另一個由貧困引發的問題，不只造成人命傷亡，也導致各種電力設施的損壞。

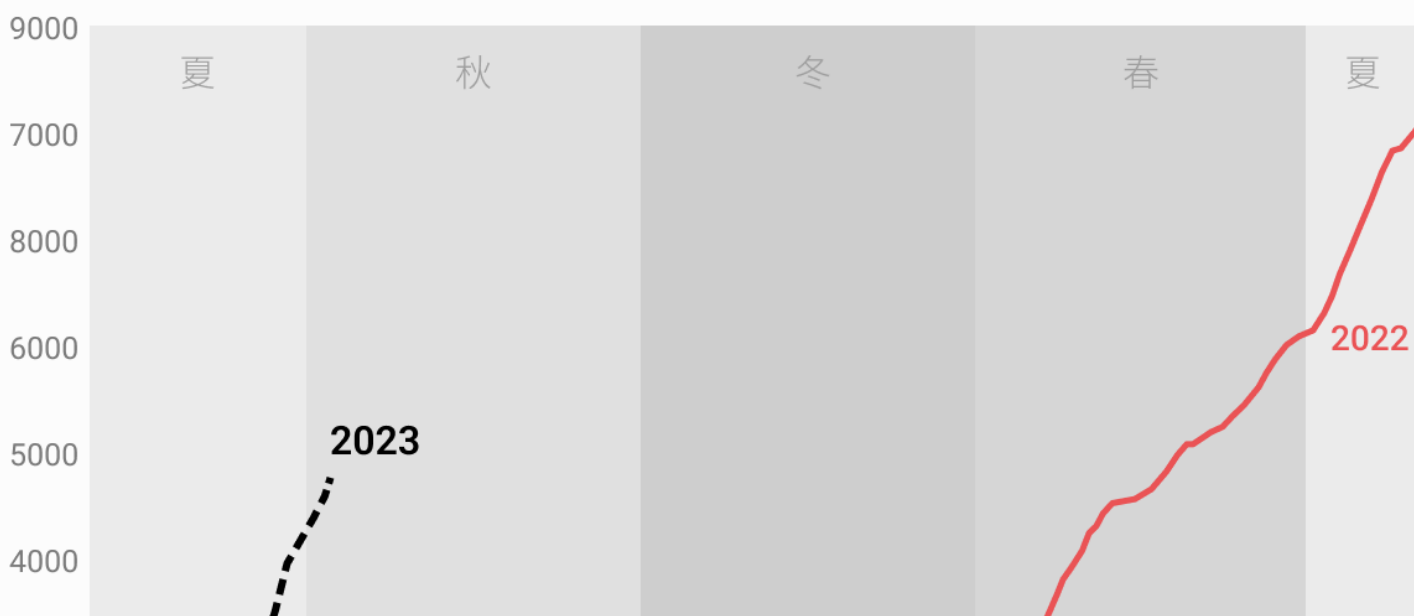
在能源規劃方面，南非國家《能源政策白皮書》早在1998年即預測南非將在2007年開始遭遇電力短缺，但由於腐敗、私有化爭議遲遲未決等各種複雜原因，不僅發電量逐漸陷入不足，且煤炭發電比率仍高達84.4%，與綠能減碳目標距離遙遠。

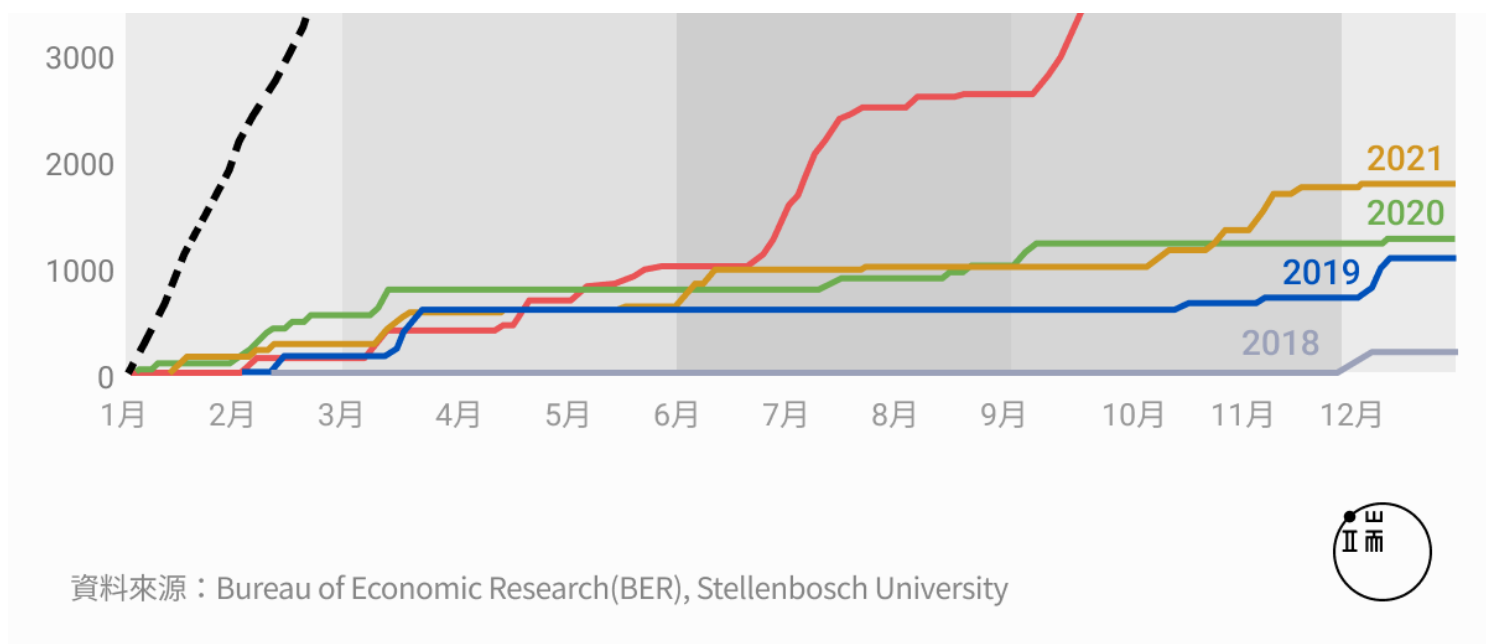
南非自2007-2008年及2014-2015年間開始出現全國性的分區輪流停電，但情況都僅延續數月，官方稱主要由於煤炭及柴油供應中斷所致。2019年因水災、人為破壞、機器老舊等因素再次限電，到近兩年限電時間越來越長且頻繁，全國發電量的不足導致系統隨時可能超出負荷，為了避免導致大規模跳電，分區輪流停電成為每天的常態，官方的分析報告預測這可能延續到2027年。

在民怨沸騰的壓力下，南非總統拉馬福薩(Cyril Ramaphosa)在2023年2月10日宣布全國進入「國家災難狀態」(national state of disaster)，在此一緊急狀態下政府將可使用非常手段因應危機。

南非2023年的停電較過去幾年更嚴重

累計卸載電量（10億瓦時，GWh）





限電造成了南非社會經濟層面的巨大損失，根據南非央行的最新估計，全國經濟每天因停電而損失的金額大約是4900萬美元。

當氫能源風潮使得世界各國對鉑金礦(platinum)需求大增，南非作為全球最大供應國因停電卻無法充分提高產能，降低了南非十分倚賴的礦業營收。在民生經濟領域，大型超市及電信供應商動輒花費數千萬美元來維持備用電力，但小型的公司、雜貨店、餐廳，就可能吃不消。

為了維持社會運作的底線，一些供電是必須的，例如醫院、政府機關、國家電視台及污水處理廠等，但是電力公司的豁免範圍其實很有限。

全南非400家大型醫療院所中，一開始只有37家能免於限電，後來才又提升到77家，更多的小型診所只能自求多福。當地新聞中不乏手術動到一半遭遇停電而失敗，X光機或空調設備停擺，或者儀器遭受電流衝擊損壞的案例，限電也令病患被迫長期等待治療的情況變得嚴重。

水廠及污水處理也應當是免於限電的重要設施，約翰內斯堡及開普敦的市政當局都要求將水廠排除在停電範圍外，但水廠的供電與周邊社區是相連的，電力公司表示沒有辦法「單獨」對水廠進行供電。各城市的水處理設施必須依賴自備的發電機，但這意味着高昂的負擔；污水處理失靈的情況屢屢出現，開普敦有多處海灘在2022年的觀光旺季因此被迫短暫關閉。

在2月宣布進入「國家災難狀態」之後，政府有權下令電力公司為水廠及醫院供電，但是客觀的限制在於電廠的負荷已經達到極限，如果非要强行維持供電可能導致電網跳電。政府部門直到3月中旬仍在進行協調，解決方案包括新增獨立供電線路，也包括加裝發電機、太陽能板、防斷電系統等設備。

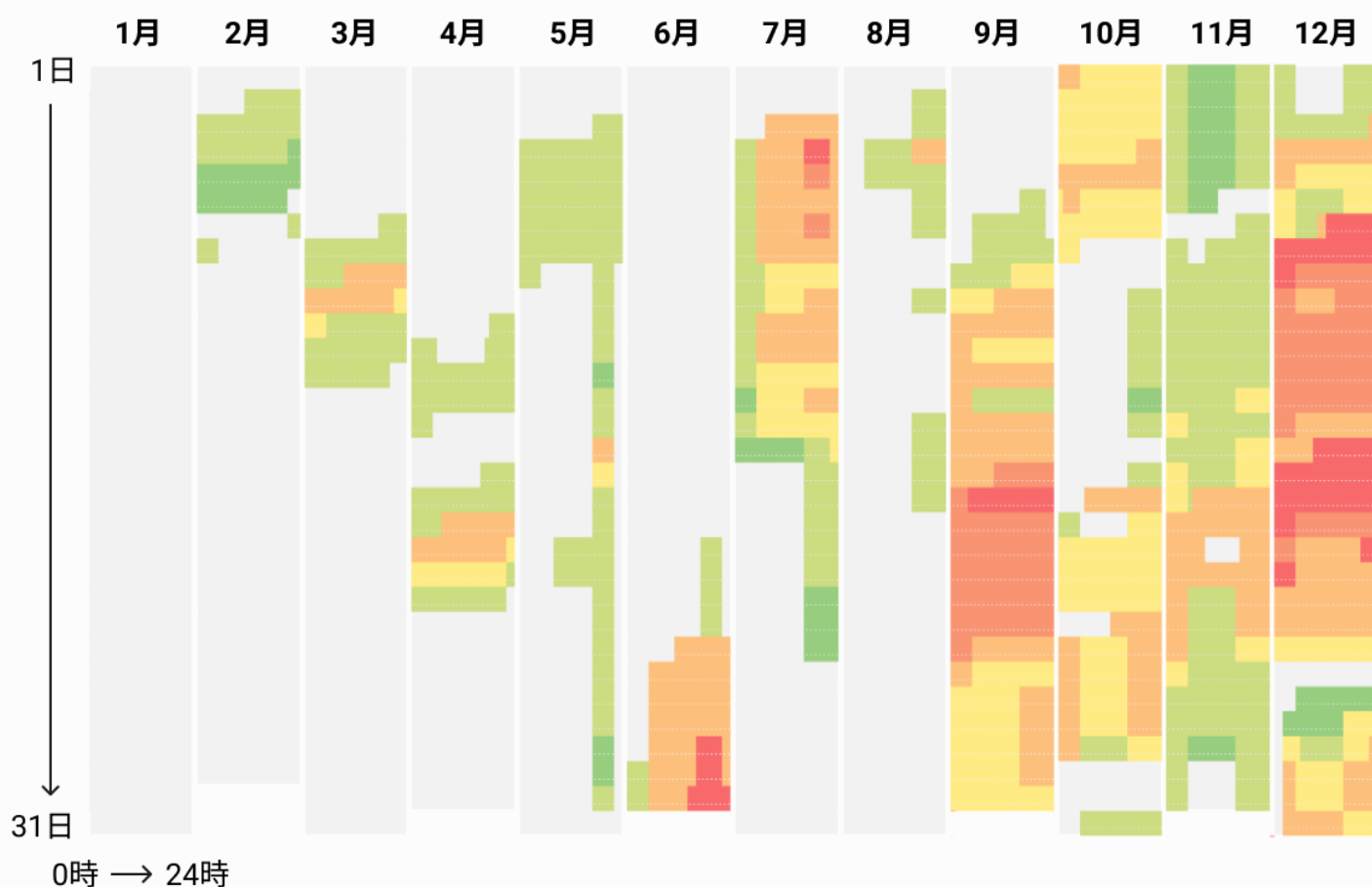
限電反映出南非公家機關的失能，民間需要尋求自救的方案。早在2014年限電時就有兩名程序員開發了方便查詢停電時段的App「EskomSePush」，這個App不僅更容易查詢限電狀況，提供了地圖顯示界面，還有社區論壇功能，成為最受使用的工具。此外，居家的太陽能發電板以及社區共建的可再生能源裝置，也成為許多民衆自救的方式。

2022年南非限電時數分布圖

停電的頻繁程度

①低 —————→ ②高

■ 未停電 ■ 1級 ■ 2級 ■ 3級 ■ 4級 ■ 5級 ■ 6級



註：電力卸載以小時為單位進行。在實際操作時，其時間與狀態可能會在進行中途有調整。

電量計算: 1級=1000兆瓦，2級=2000兆瓦，3級=3000兆瓦，4級=4000兆瓦，
5級=5000兆瓦，6級=6000兆瓦。

資料來源：南非國家電力公司的Tiwttter、Facebook、EskomSePush App、CSIR分析



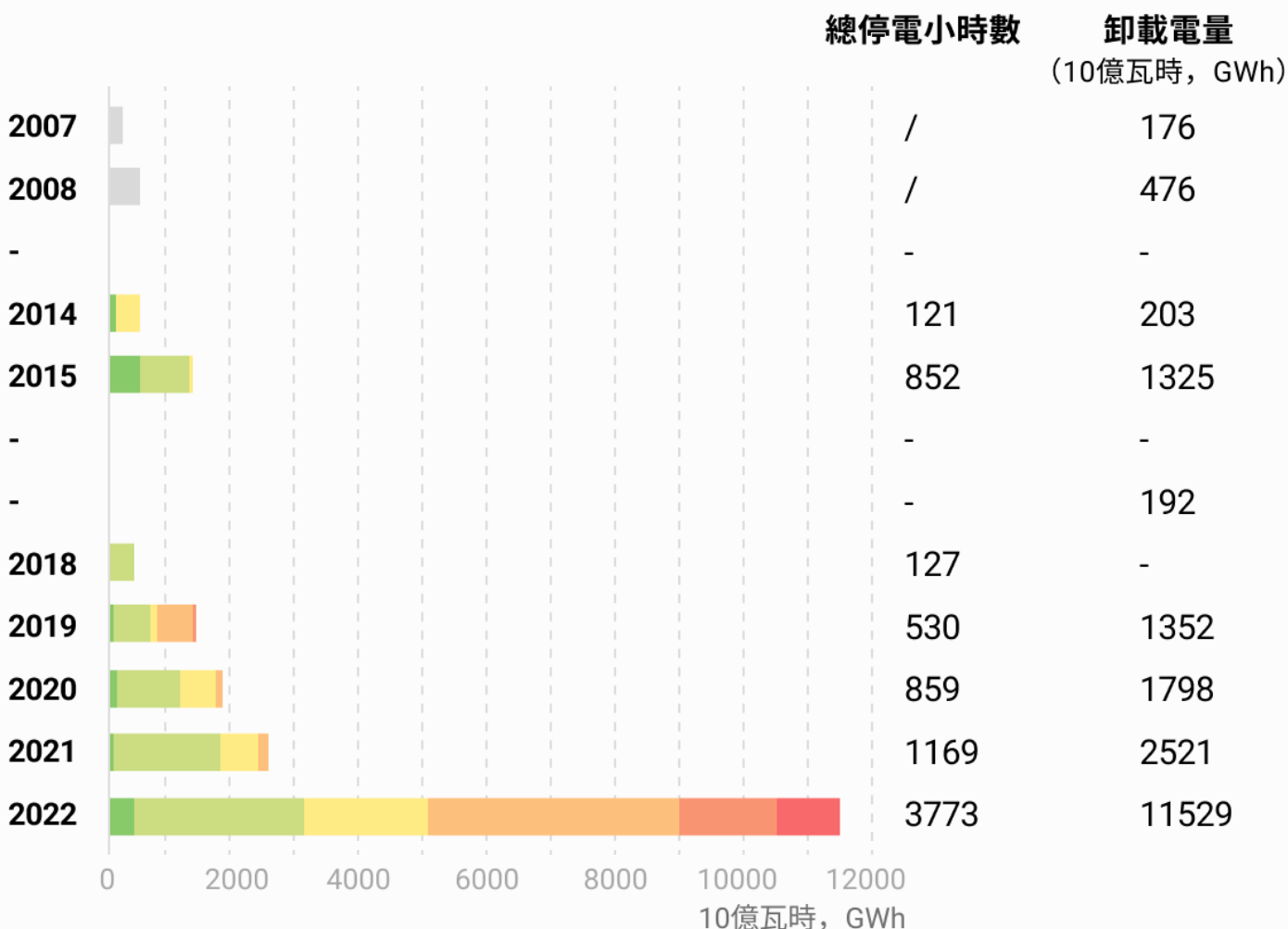
南非2007至2022年倍雷量比較圖

南非2007至2022年停電量比較圖

停電的頻繁程度

①低 —————→ ②高

1級 2級 3級 4級 5級 6級 不明



資料來源：Eskom推特賬號、Eskom控股公司臉書、EskomSePush App、南非國家能源監管局、CSIR分析



查詢停電時段成了南非民衆安排每天生活必做的事，分為8個等級的限電同時牽涉到電量與時長的計算，對一般民衆來說十分複雜。1級限電的定義是「每4天停電3次，每次2小時；或每8天停電3次，每次4小時」，而目前開始成為常態的6級限電則是「每4天停電6次4小時和6次2小時」；每個階段的限電量按照1000兆瓦(MW)為梯度，例如第五階段的限電量是5000兆瓦，而第六階段即是6000兆瓦。

停電的影響滲透到日常生活的所有細節當中，當家中的冰箱等家電無法正常使用，甚至因停電而損壞，這就會使得烹飪等家務勞動都更加不便，食物也更難以保鮮，於是要更花更多時間到市場購物補給，排擠其他行程的時間。如果電腦、手機、電視因缺電而不能使用，人們度過夜晚時光的方式也隨之改變，孩童可能因為缺電而無法學習或寫作業。

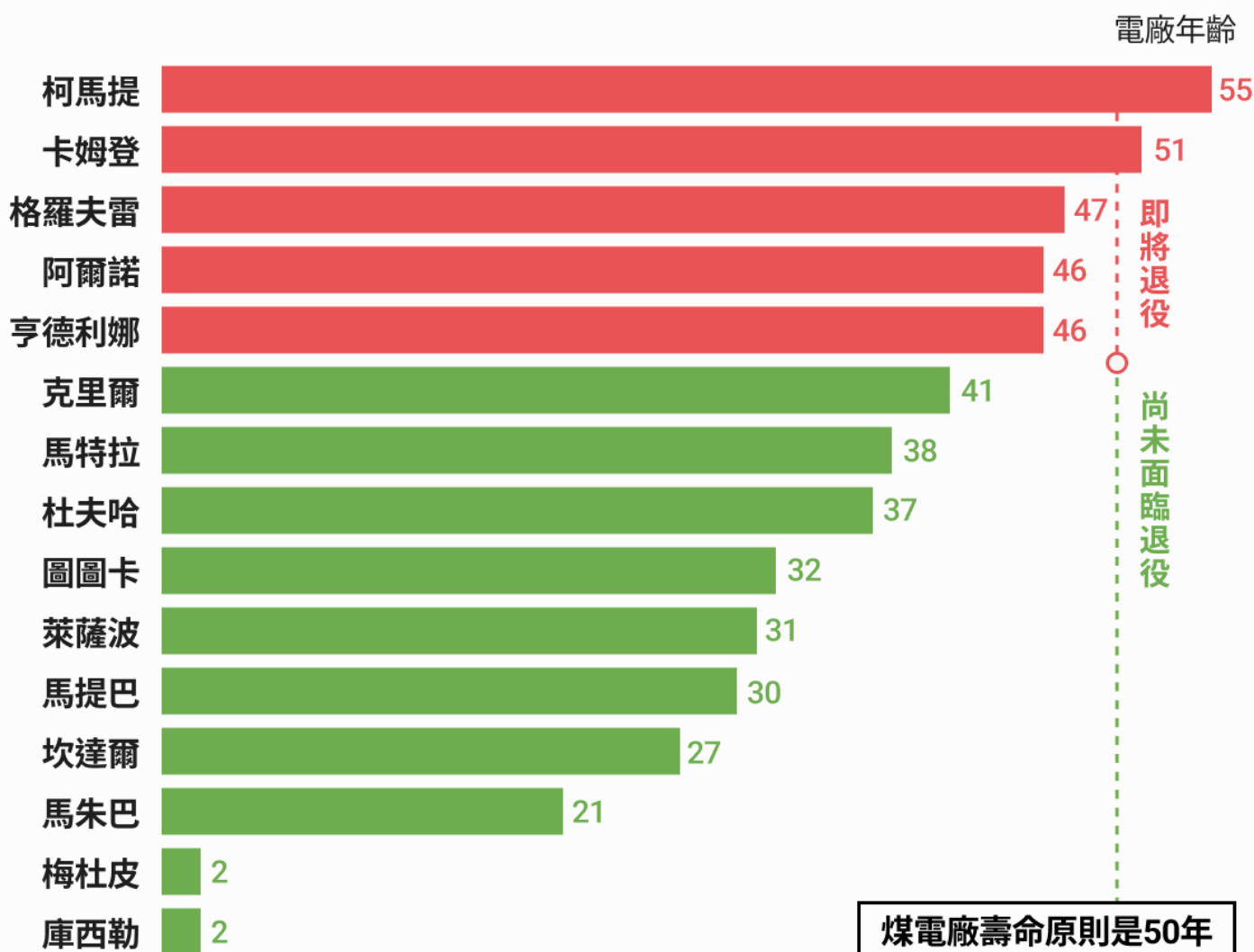
南非「國企」的問題

南非國家電力公司(Eskom)成立於1923年，生產了全國95%的電力，也是南非最大的國有企業，在2001年曾被金融時報評選為「全球最佳電力公司」，以長期為南非經濟提供廉價而穩定的電力而聞名，但種族隔離的體制也留下沉重的歷史傷痕，黑人貧民窟的電力供應雖然經過多年努力有所提升，但至今未能充分得到解決。

使得「全球最佳電力公司」在20年後變得病入膏肓的關鍵之一，在於未能及早開始擴大發電量。目前的發電廠大多建於種族隔離時期，從1961年至1996年間建設的發電容量為35804兆瓦，但進入21世紀後只新增了9564兆瓦；與此同時南非的國內生產總值卻已增加一倍有餘，從1994年的1535億美元來到2021年的4190億美元，電力的普及化也讓民間用電量大增，發電量已無法應對社會需求。

南非電廠的老化情況

國家電力公司旗下三分之一的燃煤電廠，都將在2023年接近退役年齡



國家電力公司事實上在2000年前後已經開始意識到應該未雨綢繆，希望獲得政府支持擴大發電量，但南非政府當時正考慮對國家電力公司進行私有化，這是決策延宕的原因之一。自從1990年代以來，電力部門應該維持國有化或私有化即是飽受爭議的話題，源自英國電力市場放鬆管制的私有化風潮曾引發各國仿效，但私有化會否背離公共服務需求，造成電價失去穩定，並使得煤礦及電業勞工失業？這對南非而言不無疑慮。

決策延宕使得南非國家電力公司既未跟上資本市場的新能源熱潮，又未獲得國家政策支持擴大發電量。長期以來設施的老化故障、能源價格的上漲、腐敗及犯罪造成的損失，以及高昂的人力成本，使得南非國家電力公司目前已揹負至少233億美元的債務。

南非政府決定為其支應 $\frac{1}{3}$ - $\frac{2}{3}$ 的債務，而電力公司將需要進行一系列調整，包括縮減開支或提高電價；除了維持電網傳輸及配電的基本功能外，國家電力公司將不再投入新電廠的建設，興建新電廠及綠能轉型的任務將依靠來自國外或民間的民營企業。

社會對國家電力公司的信任已降到低點：在2007年為了解決缺電而建的兩座燃煤電廠，延宕了14年才完工，其中梅杜皮(Medupi)電廠是世界第8大的煤電站，但啟用後僅一週就發生機組爆炸，失去700兆瓦的發電量；庫西勒(Kusile)電廠則發生了煙囪倒塌意外；兩座電廠傳出的各種事故及設計缺陷層出不窮，其運營狀況甚至不如老電廠，日商日立公司(Hitachi)為了贏得兩座電廠合約行賄南非執政黨的醜聞，使得一切更加不堪。

南非在電力危機開始之後還有過其他的嘗試。例如2015年前總統祖瑪(Jacob Zuma)企圖與俄羅斯合作開展8座巨型核電站計劃，由於760億美元的預算過於龐大，不是南非經濟所能負擔，且被揭發了腐敗交易內幕而已遭擱棄；到了2016年南非一度有機會開展可再生能源計劃，預計有49個項目將可生產2254兆瓦的電力，但煤電等傳統能源為主業的國家電力公司抵制簽署合同而造成延遲，因而能源缺口遲未得到彌補。

2022年的聯合國氣候變化大會(COP27)後，拉馬福薩政府啟動以法國、德國、英國、美國及歐盟為能源夥伴的「公正能源轉型」(Just Energy Transition, JET)框架，這一計畫希望透過國際援助以及大規模的招商引資，完成五年內980億美元的綠能轉型。這一框架固然為可再生能源建設帶來希望，但南非目前從各國獲得的85億美元援助主要都是必需償還的貸款，對於財政的負擔仍不可避免，剩下的資金缺口是否能得到彌補？整個框架是否為腐敗再度製造空間？都是很大的考驗。

電力貧困的社區、族群

作為全世界不平等程度最高的社會之一，南非有着大規模的貧民窟社區，疫情後的失業率逼近30%，全南非則有50%的家戶在近二、三十年來才剛接入電力，而南非最大的貧民窟——索韋託(Soweto)貧民窟——的民衆，則因難以負擔電費而經常發起抗議，要求國家免費供電。

另一方面，南非也有着類似歐美等已開發國家的富裕城鎮區域，並且被視為非洲科技、金融等產業的門戶樞紐，這些區域對於電力有極大需求。因此電力短缺既限制了對貧困居民的能源供應，又使企業運營遭受鉅額損失。

在南非的街頭，可以見到在街邊幫人停車的「看車人」(car guard)或無家可歸的乞討者，在交通號誌因停電停擺時扮演起指揮交通的角色。媒體報導指出警方近期開始驅趕這些自發的「交管志願者」，但這些人的志願行為有時也是基礎設施停擺之際令人感到寬慰的景象，他們是貧困階層的縮影，作為整個南非社會經濟結構裡最邊緣的群體，大多數住在街邊用木板及繩索自搭的棲身之所，境遇稍好一點或許住在城鎮邊緣的棚戶區裡。

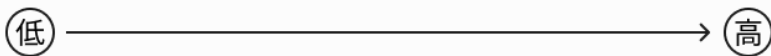
在城鎮中心或富裕階層所居住的社區，乾淨的街道旁是漂亮的商店與別緻的屋宇院落，每家每戶的圍牆有電網及安全系統，有些可以在停電時用發電機或電池繼續運作，以免停電時遭遇打劫。近幾年在開普敦市區，在大白天也可以看見路燈總是亮著，市政當局透過媒體說明這是利用觸電的風險嚇阻企圖盜竊電纜者，而且LED燈的耗電量有限，無須擔心太過浪費電力。

在這些富裕區域，不時仍可以看見乞討者或打零工的人在街邊遊走。儘管種族隔離體制在1994年已經結束，但是南非的貧富差距仍然有著一定的種族界線，富裕階層雖然已經不限於白人，也包括了新興的黑人中產階級，以及亞裔、印度裔、混血的有色人種，不過貧民窟的居民仍然絕大部分是黑人，「能源貧窮」因此也有著種族界線的塑造。

南非社會各族裔的能源貧困指數

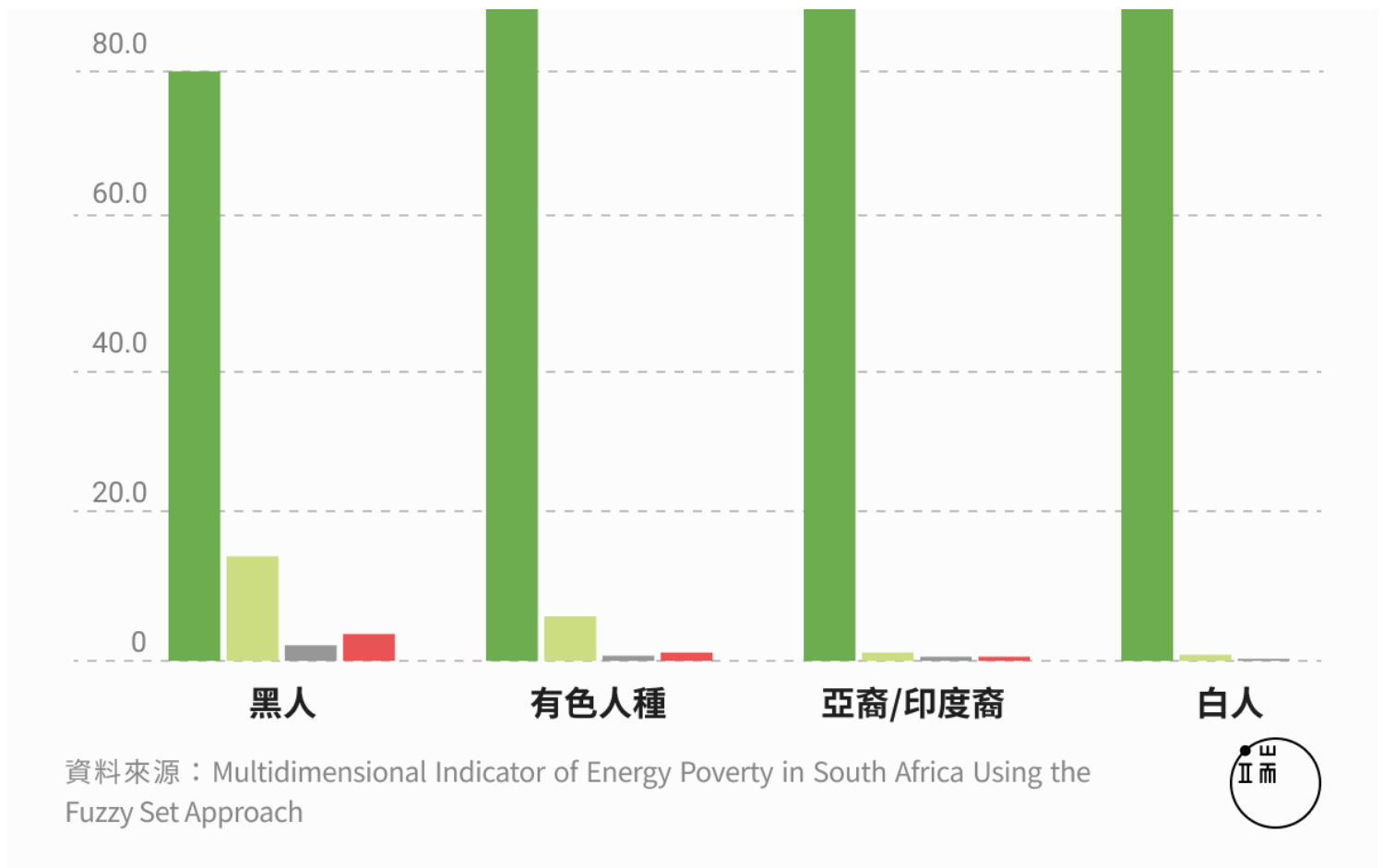
黑人群體的能源使用程度仍然最低

能源貧困程度（數字表示「模糊能源貧困指數」）



100.0 模糊能源貧困指數 (Fuzzy Energy MPI)





2012年，學者提出「[多維能源貧困指數](#)」(Multidimensional Energy Poverty Index, MEPI)，納入家庭做飯燃料、照明、家電器具、娛樂/教育和通信五個維度來評估能源貧困的程度；南非西北大學的學者在今年最新的一份研究中，更進一步計算出不同族群的能源貧困指數。

指數低於0.25者屬於能源貧困指數較低的人群，高於0.75者則仍處於嚴重能源貧困的生活中，南非白人及亞裔/印度裔民衆中。指數低於0.25者分別為97.53%及98.54%，但在黑人當中只有79.30%，這意味着能源貧困問題仍具明顯的種族差距。

以黑人為主的貧民窟社區，長期仍將是南非電力供應問題最需關心的族群。現任總統拉馬福薩在1980年代曾是索韋託貧民窟向種族隔離當局爭取低廉電價的抗議領袖，但至今貧民窟仍為電價、偷接電力、覆蓋不足而經常和電力公司發生衝突。貧困社區的需求勢必仍是解決南非電力問題中的根本考驗。

在貧富差距極大的南非社會，稍有財產的市民都會提防在街道旁搭建木板棚屋的失業者，擔心遭到他們的搶劫，而貧民窟也被認為是危險的地區，但如果有機會與其中一些人攀談便會發現他們甚為友善，有的人會邀請你進入他的小屋，裡面靠太陽能板供電，用撿來的音響、液晶螢幕等電子設備，試著在棚屋裡打造出自己簡單的科技生活。

「能源貧窮」使得棚屋的住戶無法充分發展自己的「數位興趣」。許多富裕民眾看來稀鬆平常的手機或電

腦，是缺少電力的貧困民眾無法使用的，在棚屋旁嬉戲的貧困孩童也同樣因為「能源貧窮」而進入「數位貧窮」，這對於常被視為非洲科技產業門戶的南非，或許是最難以面對的鴻溝。